

Ilkka Jääskeläinen

T069SN

# KOULUALUEEN SÄHKÖJÄRJESTELMIEN MUUTOSTYÖT

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Kevät 2013




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  <b>7.3.2013</b>	
<b>Tekijä(t)</b> Jääskeläinen Ilkka		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> <b>Sähkövoimatekniikka</b>	
<b>Nimeke</b>  Koulualueen sähköjärjestelmien muutostyöt			
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Opinnäytetyöni tavoitteena oli siirtää kesällä 2012 puretun Alakylänkoulun sähköjärjestelmät muihin koulualueelle toimimaan jääviin rakennuksiin. Kyseisten järjestelmien oli tarkoitus jäädä palvelemaan koulualueella sijaitsevia vuoropäiväkotia sekä väliaikaista parakkikoulua. Alakylänkoulu on Lappeenrannan keskustan läheisyydessä sijaitseva sisäilmanlaatuongelmista kärsivä ala-aste. Työn tilaaja on Lappeenrannan kaupunki.</p> <p>Vanha koulun sähköjärjestelmän dokumentointi, johon sähkösuunnitelmat perustuivat, oli jäänyt ajan saatossa päivittämättä, joten toteuttaminen oli vain osittain mahdollista suunnitelmien pohjalta. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että työn aikana vaadittiin laajamittaista selvitystyötä vahva- ja heikkovirtajärjestelmien osalta. Selvitystyöt suoritettiin sekä asentajien että työnjohton toimesta.</p> <p>Muutostöiden laajuus oli päivittämättömästä dokumentoinnista johtuen paljon suunniteltua laajempi, joten työ- ja materiaalikustannukset sekä aikataulu poikkesivat huomattavasti arvioidusta. Sähköjärjestelmien muutostyöt saatiin kuitenkin aikataulun venymisestä huolimatta tehtyä pääosin kesän 2012 aikana ja vain vähäinen osa töistä jäi suoritettavaksi syksyllä koulutoiminnan ohessa.</p> <p>Työn aikana käy ilmi, kuinka tärkeää on päivittää sähköjärjestelmien dokumentoinnit, kun niihin tehdään muutoksia tai laajennuksia. Dokumentoinnin päivittämisen johdosta tulevien muutostöiden suunnittelu ja toteuttaminen on huomattavasti selkeämpää, ja työstä tilaajalle tulevat kustannukset sekä työn suorittamiseen tarvittava aika on huomattavasti helpompaa arvioida ennalta.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Sähkö, muutostyöt, saneeraus, laajennus			
<b>Sivumäärä</b> 28 + 3	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Hannu Honkanen		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Lemminkäinen Talotekniikka Oy	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  7.3.2013	
<b>Author(s)</b> Jääskeläinen Ilkka		<b>Degree programme and option</b> Electrical Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Changes in the school area electricity systems			
<b>Abstract</b>  <p>The aim of this thesis was to relocate electricity systems of the school area out of Alakylän school which was deconstructed in summer 2012. The electricity systems remained to support other buildings which stayed in the school area. Alakylän koulu was a school near the centre of the Lappeenranta which have problems with inner air quality. The subscriber of the electricity system changes was city of the Lappeenranta.</p> <p>The city of Lappeenranta has ordered the electricity plans from local engineering office. But the changes couldn't be done according to the plans because the documents of the electricity system where the plans based were out of date. Almost all the changes were planned again/over during the works by me and electricians.</p> <p>The size of the system changes was much bigger than expected. Also costs and schedule of the changes exceeded planned limits. The work shows that is often very difficult to make changes to electricity system which don't have any valid documentation. It's also very hard to tell to customer that how much the changes will cost and when the work will be ready.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b> Electricity, relocation, modification, system changes			
<b>Pages</b> 28 + 3	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b>  Hannu Honkanen		<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Lemminkäinen Talotekniikka Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	ALAKYLÄN KOULUYMPÄRISTÖ .....	2
3	SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET .....	3
3.1	Käyttöönottotarkastus .....	3
3.2	Varmennustarkastus .....	4
4	OPTISET KUIDUT .....	5
4.1	Yksi- ja monimuotokuidut .....	6
4.2	Valokuitujen liittäminen .....	6
4.3	Yhteenvedo optisista kuiduista .....	7
5	ANTENNI-, ÄÄNENTOISTO- JA RIKOSILMOITINJÄRJESTELMÄT .....	8
5.1	Antennijärjestelmä .....	8
5.2	Äänentoistojärjestelmä .....	10
5.3	Rikosilmoitusjärjestelmä .....	11
6	KOULUN VALOKUITUYHTEYDET .....	12
6.1	Kaapelireittien selvittäminen .....	15
6.2	Yhteyssiirtojen suunnittelu ja toteutus .....	17
6.3	Valokuitujen mittaaminen .....	19
6.4	Yhteenvedo valokuitujen siirtotyöstä .....	20
7	KOULUN SÄHKÖPÄÄKESKUSTILA .....	20
7.1	Pääkeskuksen vahingoittuminen .....	22
7.2	Päiväkodin väliaikainen sähköistäminen .....	24
7.3	630A pääkeskuksen korjaustyö .....	24
7.4	Pääkeskuksen mittaaminen .....	26
8	SÄHKÖJÄRJESTELMÄN MITTAUKSET JA TARKASTUKSET .....	27
8.1	Käyttöönottotarkastukset .....	27
8.2	Varmennustarkastukset .....	27
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	28

## LIITE/LIITTEET

- 1 Ratakadun valokuituyhteyden mittauspöytäkirja
- 2 Korjatun 630A pääkeskuksen mittauspöytäkirja

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsittelen Lappeenrannassa sijaitsevan Alakylän koulualueen kesällä 2012 toteutettuja sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien muutostöitä. Alakylän koulu oli purettavaksi määrätty vanha Lappeenrannan keskustan läheisyydessä sijaitseva ala-aste. Koulun yhteydessä sijaitsevat vuoropäiväkotiki ja parakeista rakennetut väliaikaiset koulu- ja ruokalarakennukset. Purettavan koulun sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien oli tarkoituksena jäädä palvelemaan muita alueen rakennuksia ja mahdollisesti uutta tulevaa koulurakennusta. Työn tilaajana toimi Lappeenrannan kaupunki.

Kesän aikana siirrettiin purettavassa koulurakennuksessa sijaitsevat sähkö-, atk-, ääntentoisto-, antenni- ja rikosilmoitusjärjestelmät koulurakennuksen alakerrassa sijaitsevaan purkualueen ulkopuolelle jäävään koulun teknisiin tiloihin sekä koulualueella sijaitsevan vuoropäiväkodin laitetilaan.

Järjestelmien siirtotyö oli huomattavasti alkuperäistä suunnitelmaa laajempi, koska järjestelmien osista oleva dokumentointi oli vajaata tai se puuttui kokonaan. Tämän seurauksena Lappeenrannan kaupungin työstä alun perin teettämät suunnitelmat eivät huomioineet kaikkia järjestelmän siirron kannalta oleellisia asioita. Toimin koulutyömaalla kesän aikana sähkötyönjohtajana järjestelmien siirtotöiden ajan ja käsittelen tässä opinnäytetyössä koulualueella ilmaantuneita ongelmia ja niistä selviämiseen käytettyjä ratkaisuja.

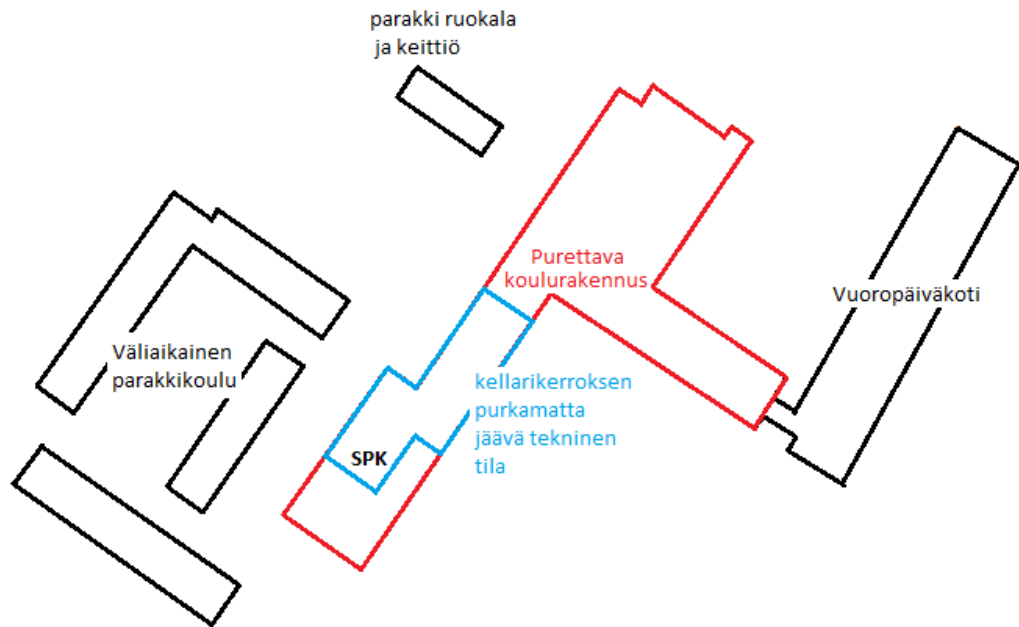
## 2 ALAKYLÄN KOULUYMPÄRISTÖ

Alakylän koulu on Lappeenrannan keskustan läheisyydessä sijainnut ala-aste, joka purettiin rakennuksen sisäilmanlaadussa olevien ongelmia seurauksena kesällä 2012. Puretussa koulussa opiskeli lukuvuonna 2010-2011 noin 260 alaluokkien oppilasta ja opetuksesta vastasi noin 20 opettajaa avustajineen. Normaalien ala-asteluokkien lisäksi koulussa toimi 3.-6. vuosiluokkien oppilaiden musiikkiluokat. Varsinainen opetus-toiminta vanhassa koulussa lopetettiin keväällä 2011. (Lappeenranta, 2013)

Koulun toiminta on tällä hetkellä siirretty väliaikaistiloihin Cramon parakeista rakennettuihin koulurakennuksiin. Parakeista on rakennettu koulualueelle myös ruokala, jota laajennettiin rakentamalla keittiö kesän 2012 aikana. Koulualueella toimii tämän lisäksi vuonna 2009 toimintansa aloittanut vuorohoitotoimintaa tarjoava Alakylän päiväkoti, joka rakennettiin purettavan koulurakennuksen yhteyteen. (Lappeenranta, 2013)

Koulualueen sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät tukeutuivat suurelta osin purettuun vanhaan koulurakennukseen, koska päiväkodin eikä parakkikoulun rakentamisen yhteydessä ollut tietoa siitä, mikä tulisi olemaan vanhan koulurakennuksen kohtalo. Vanhan koulurakennuksen korjaaminen tuomittiin kuitenkin kannattamattomaksi ja se päätettiin purkaa. Tämän seurauksena purettavassa koulussa olevat sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät tuli sijoittaa niin, että ne jäisivät palvelemaan koulualueen väliaikaista koulua sekä päiväkotia.

Lappeenrannan kaupunki teki vanhan koulun suhteen sellaisen päätöksen, että lounaansuuntaisen siiven kellarikerros jätettäisiin purkamatta. Kellarikerroksessa sijaitsevat koulualueen tekniset tilat, jotka pitävät sisällään lämmönjakohuoneen, sähköpääkeskustilan sekä väestönsuojan. Tämän seurauksena esimerkiksi koulualuetta palveleva sähköpääkeskus pystyi jäämään palvelemaan päiväkotia ja parakkikoulua sijaintinsa johdosta. Muut järjestelmät eivät kuitenkaan sijainneet valmiiksi koulun kellaritilassa, ja ne täytyi siirtää pois purkualueelta, joko lämmönjakohuoneeseen tai päiväkodin tekniseen tilaan.



**KUVA 1. Hahmotelma Alakylän koulun alueen purettavasta koulusta sekä alueen muista rakennuksista**

### 3 SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET

Tähän osaan on kerätty Kauppa- ja teollisuusministeriön 14. kesäkuuta 1996 antaman sähköturvallisuuslain kohtia, jotka koskevat koulun alueen sähkölaitteiston tarkastuksia.

#### 3.1 Käyttöönottotarkastus

Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteistolle on tehtävä ennen käyttöönottoa käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslaissa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä (Suomen Standardisointiliitto 2009, 55).

Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, poikkeuksena jotkin pienet sähkötyöt, jossa tarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä. Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenet-

telmistä sekä tarkastuksen ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja. Myös tapauksissa, joissa tarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä, on testausten tulokset kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle. (Suomen Standardisoimisliitto 2009, 55.)

### 3.2 Varmennustarkastus

Sähköturvallisuuden varmistamiseksi sähkölaitteistolle on käyttöönottotarkastuksen lisäksi tehtävä varmennustarkastus, kun kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus on tehtävä myös tällaisten laitteistojen muutostöille, ellei kyseessä ole käyttöönottotarkastuksessa mainittu pieniin sähkötöihin liittyvä poikkeus, jossa käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä. (Suomen Standardisoimisliitto 2009, 56.).

Edellisestä poiketen luokan 1-3 sähkölaitteistoille ei vaadita varmennustarkastusta, jos nimellisjännite on enintään 1000 voltia sekä ylivirtasuojan nimellis- tai asetteluvirta enintään 35 ampeeria. On olemassa kuitenkin joitain räjähdysvaarallisiin tiloihin ja leikkaussaleihin liittyviä poikkeuksia, jossa varmennustarkastus vaaditaan aina. (Suomen Standardisoimisliitto 2009, 56.)

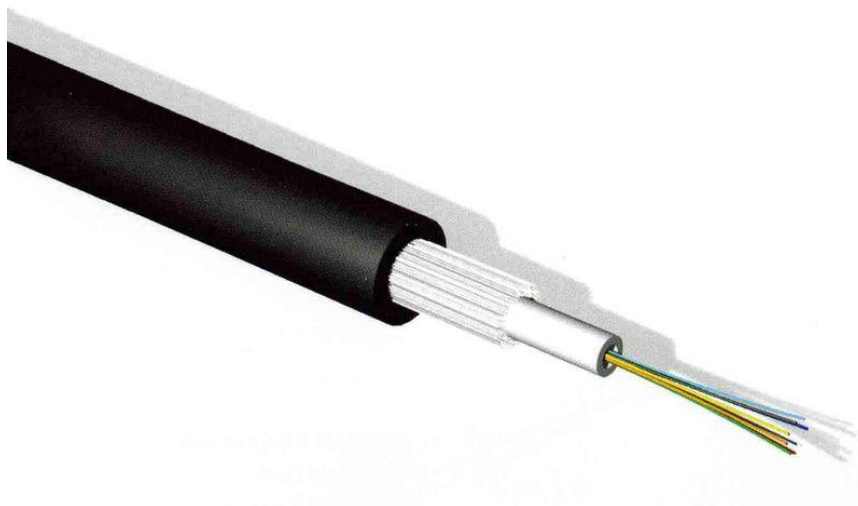
”Varmennustarkastuksessa on riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus” (Suomen Standardisoimisliitto 2009, 56).

Varmennustarkastus on suoritettava, ennen kuin sähkölaitteisto otetaan varsinaiseen käyttötarkoitukseensa. Tästä poiketen luokan 1 ja 2 sähkölaitteistoille varmennustarkastus voidaan tehdä 3 kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Varmennustarkastuksen voi suorittaa valtuutettu laitos. Muille kuin lupaa vaativille 3a-luokan räjähdysvaarallisille tiloille varmennustarkastuksen voi suorittaa myös valtuutettu tarkastaja tai sähköurakoitsija, jolla on tähän oikeus.. Varmennustarkastuksesta on laadittava laitteiston haltijan käyttöön tarkastustodistus, jossa käy ilmi kohteen yksilöintitiedot, tarkastusmenetelmät ja selvitys laitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta. (Suomen Standardisoimisliitto 2009, 56).



#### 4 OPTISET KUIDUT

Nykyisten optisten kuitujen hinnat ovat laskeneet niin, että niitä hyödynnetään yhä laajemmin verkon siirtoteinä. Optisia kuituja käytetään, koska niillä on useita etuja verrattuna kuparikaapelointiin. Optisen kuidun komponentit ovat hyvin yksinkertaisia. Se sisältää lasisen kuituytimen (nykyisin myös muovisia) ja sitä ympäröi materiaali, joka heijastaa valon takaisin kuidun ytimeen. Päälimmäisenä kuidussa on koko rakennetta suojaava vaippa, joka on yleensä PVC-muovia. Siirrettävä data lähetetään kaapelin lävitse koodattuina valopulsseina, jotka tuotetaan laserilla tai LED-valolla. (Granlund 2007, 73).



**KUVA 2. HF062UNI04LU 4-parinen sisä- ja ulkokäyttöön tarkoitettu monimuotovalokaapeli, jonka on valmistanut Brand-rex (Sähkonumeroiden tuotetiedot 2012)**

Optisista kuiduista valmistetaan useita kuituja sisältäviä valokaapeleita. Toimiva valokuiduilla toteutettu tietoliikenneyhteys tarvitsee käyttöönsä aina vähintään kaksi kuitua, joista toista käytetään menoyhteytenä ja toista paluuyhteytenä. Kuvassa X on esitettynä Brand-rexin valmistama valokaapeli, jossa on 4 monimuotokuituparia. Yksittäiset kuidut suojavaippoineen ovat niin ohuita, että niitä tulee käsitellä hyvin varoen. Niitä suojaamassa on yleensä rasvatäytteinen muoviputki, jonka päällä on myös muita suojakerroksia.

#### 4.1 Yksi- ja monimuotokuidut

Yksimuotokuidussa käytetään hyvin kapeaa kuituydintä, joka on ainoastaan siirrettävän valon aallonpituuden mittainen halkaisijaltaan, eli noin 8-13µm. Valon aallonpituudesta johtuen valo kulkee kuidun sisällä suoraan pääosin heijastelematta. Tämän tyyppisessä kaapelissa vaimentuminen on hyvin vähäistä, ja sitä voidaan käyttää jopa kymmenien kilometrien siirtomatkoilla esimerkiksi runkoverkoissa. Yksimuotokuidun arvioitu vaimeneminen on 0,1dB/180-210 metriä ja valonlähteenä toimii pääosin laser. (Ogletree 2001, 52).

Monimuotokuidussa valo liikkuu heijastelemalla kuidun ytimen reunoilla. Toisin kuin yksimuotokuidussa datan siirtämiseen käytetään useita valon aallonpituuksia, josta kyseisen kaapelityypin nimi juontaaakin juurensa. Kuidun ydin on halkaisijaltaan joko 50 tai 62 mikrometriä ja aallonpituus joko 850 tai 1300 nanometriä. Monimuotokuidulle ominaisen suuremman vaimennuksen vuoksi sitä käytetään kiinteistöjen sisäisessä kaapeloinnissa ja lyhyissä runkoverkkoyhteyksissä. Syy monimuotokuidun käyttöön on sen edullisempi hinta verrattuna yksimuotokuituihin. Monimuotokuidun vaimennus 850 nanometrin aallonpituudella on noin 0,1dB/30m ja 1300 nanometrin aallonpituudella noin 0,1dB/90m. Monimuotokuidun valonlähteenä on käytetty pääsääntöisesti LED-diodeja, mutta nykyisin laser on yleistynyt myös monimuotokuiduissa (Ogletree 2001, 52).

#### 4.2 Valokuitujen liittäminen

Valokuidut liitetään yleensä hitsaamalla hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Valokuitukaapeleiden liittimet ovat varustettuja ns. ”häntäkuidulla”, jotka hitsataan valokaapeleiden sisällä oleviin yksittäisiin kuituihin. Valokuituliittimen väri kertoo, onko kyseessä yksimuoto- vai monimuotokuidulle tarkoitettu liitin. Yksimuotokuidulle liitinväri on sininen kun taas monimuotokuidut käyttävät liittimissä beigeä väriä.



**KUVA 3. Hitsattavat yksimuoto- ja monimuotohäntäkuidut**

Kun kuitukaapeliin tehdään liitos, se katkaistaan ja kuoritaan yksittäiset kuidut esille. Tämän jälkeen yksittäisistä kuiduista poistetaan muut kerrokset niin, että vain pelkkä kuidun ydin jää jäljelle. Kuidun katkaisuun ja käsittelyyn käytetään erityisesti sitä varten suunniteltuja työkaluja, jotta kuitu ei vahingoittuisi ja jotta katkaistun kuidun pää on oikeanlainen hitsausta varten. Tämän jälkeen kuitujen päät asetetaan hitsauslaitteeseen, joka automaattisesti kohdistaa ytimet toisiinsa ja hitsaa ne laserin avulla yhteen. Nykyaikainen kuituhitsauslaite osaa antaa arvion hitsauksen onnistumisesta ilmoittamalla näytöllä arvioidun desibelivaimennuksen liitokselle, jonka tulisi olla lähellä arvoa 0db. Hitsauksen onnistuttua liitoksen päälle vedetään ennen liittämistä asetettu kutistesukka suojaamaan liitosta, jonka kutistamiseen hitsauslaitteesta löytyy myös toiminto.

Sähköurakointia tarjoavassa yrityksessä kuidunhitsaustaito on nykypäivänä erittäin tervetullut lisä, koska urakoihin kuuluu yleensä myös atk-järjestelmien asennustyöt, jotka muutoin tulisi ostaa alihankintana. Valokuitujen liittämiseen on olemassa myös muitakin tapoja kuin hitsaaminen, mutta niihin en tässä työssä perehdy.

### **4.3 Yhteenveto optisista kuiduista**

Optisen kuidun edut ovat huomattavat, jos niitä verrataan kuparisiin yhteyksiin. Sen avulla pystytään luomaan pitkiäkin yhteyksiä ilman aktiivisia vahvistimia niin, ettei vaimenemisesta aiheudu haittaa nykyaikaisen nopean Cat-kategorian parikaapeliyh-teyden tehokkaan kantaman ollessa vain noin 100 metriä. Kuituyhteys on myös im-muuni erilaisille kupariverkolle haittaa aiheuttaville sähkösisille- ja magneettisille häiri-

öille. Vaikka kuidulla on olemassa huomattavia etuja perinteiseen kuparitiedonsiirtoon verrattuna, ei sekään kuitenkaan ole sovelias asennettavaksi kaikkiin paikkoihin.

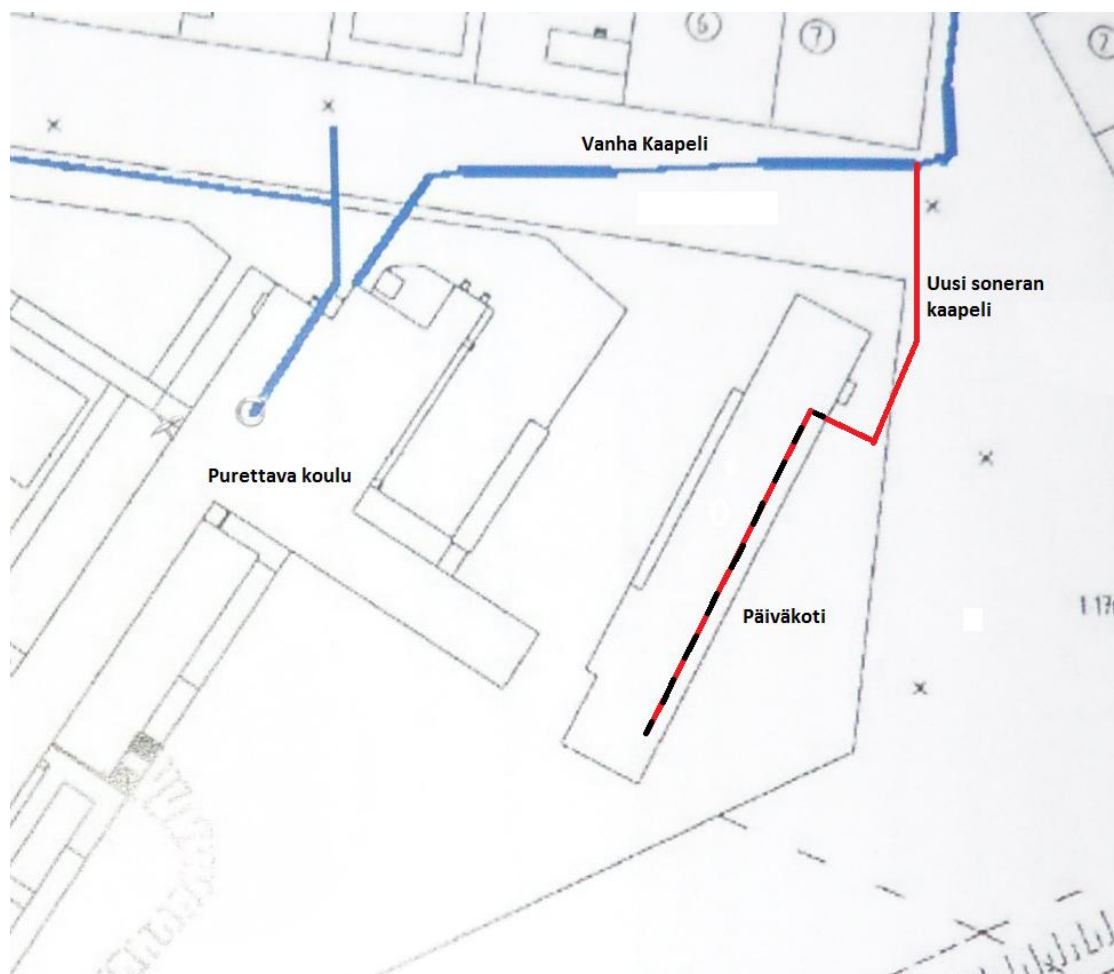
## **5 ANTENNI-, ÄÄNENTOISTO- JA RIKOSILMOITINJÄRJESTELMÄT**

Koulualueen antenni-, äänentoisto- ja rikosilmoitinjärjestelmät sijaitsivat vanhan purettavan koulurakennuksen keskiosassa. Järjestelmät täytyi siirtää niin, että ne jäisivät palvelemaan jäävää parakkikoulua ja vuoropäiväkotia. Seuraavissa kohdissa on esitetty hieman tarkemmin, miten kyseisten järjestelmien kanssa on toimittu.

### **5.1 Antennijärjestelmä**

Koulun antennijärjestelmään oli suunniteltu muutos, jossa TV-antenni siirrettäisiin purettavan koulun katolta päiväkodin seinään ja antennivahvistin näyttämötilan takaosasta päiväkodin laitetilaan. Päiväkodin laitetilasta oli suunniteltu uusi antennimaakaapeli lämmönjakohuoneeseen ja tästä edelleen väliaikaiselle parakkikoululle. Tällöin antennijärjestelmä palvelisi siirron jälkeen kaikkia koulualueelle jääviä rakennuksia.

Kun koulun antennijärjestelmän siirtämisen valmistelut alkoivat, huomattiin, että koulun katolla ei ole ollenkaan tv-antennia. Vanha koulun antennille menevä kaapeli oli liitetty katonrajassa kaapeli-tv-kaapeliin, joten koulualueella oli tehty taas muutoksia, jotka olivat jääneet dokumentoimatta. Olin tästä asiasta yhteydessä kaapelinäyttöjä suorittavaan tahoon, joka kertoi koulualueen olleen liitettynä kaapeli-tv-verkkoon jo vuosien ajan. Sain samassa yhteydessä käyttööni myös kaapelikartan, jossa ilmeni kaapelin kulkureitti koulualueen maastossa.



**KUVA 4. Kaapelikartassa näkyy koulualueelle tuleva vanha Soneran kaapeli tv-kaapeli ja suunnitelma siitä, kuinka kaapeli siirrettiin kulkemaan päiväkodin laitetilaan**

Kaapeli-tv:n siirtämistä varten maanrakennusurakoitsija kaivoi kaapelin esille maasta siitä kohdassa, josta oli tarkoituksena jatkaa uudella kaapelilla päiväkodin laitetilaan. Tässä yhteydessä todettiin myös kaapelin tyyppi, jonka perusteella Sonera toimitti meille uuden kaapelin koulun laitetilaan. Tämän jälkeen urakoitsija kaivoi kaapelille ojan valmiiksi päiväkodin seinustalle. Uudella kaapelilla tehdään kuvan mukainen koukkaus päiväkodin pohjoispäädyssä, koska piha-alueella oleva asfaltointi haluttiin säästää ehjänä.

Päiväkoti on pilareiden varaan perustettu teräsrunkoinen rakennus, jonka alla on ryömimistila. Kuvassa esitetty puna-musta osuus kaapelista on viety päiväkodin seinustalta laitetilaan ryömimistilassa, jolloin välttyttiin koko piha-alueen läpi kulkevalta kaivannolta. Kaapeloinnin jälkeen Sonera hoiti maakaapeliin tulevan liitoksen sekä

toimitti päiväkodin laitetilaan uuden antennipäävahvistimen vanhanaikaiseksi jääneen koulun antennivahvistimen tilalle.

## 5.2 Äänentoistojärjestelmä

Vanhalla purettavalla koululla oli käytössä Audicon valmistama äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä, jota on laajennettu myös parakkikoulun tiloihin niiden rakentamisen yhteydessä. Parakkikoulun rakentamisen yhteydessä järjestelmän ohjauslaitteisto oli myös siirretty parakkikoulussa sijaitsevaan työhuoneeseen. Tässä yhteydessä järjestelmää oli tarkoitus laajentaa päiväkodin osalta lisäämällä sinne kaiuttimet koulualueen pakko- ja hätäkuulutuksia varten. Tämän lisäksi purettavan koulun äänentoistolinja täytyi erottaa järjestelmästä.

Päiväkodin käytäville hankittiin voimakkuudensäädöllä ja pakkokuulutusreleellä varustetut Audicon valmistamat käytäväkaiuttimet. Koulun lämmönjakohuoneen ja päiväkodin laitetilan väliseen kaapeli-kaivantoon tuli muiden kaapeleiden lisäksi JAMAK-ARM 8x(2+1)x0,5 kaapeli äänentoistoa varten. Tämä kaapeli liitettiin lämmönjakohuoneessa parakkikoululle menevään äänentoistokaapeliin, jotta äänentoisto saatiin toteutettua parakkikoululla päiväkodille.

Ongelmia äänentoistolaitteistojärjestelmän laajentamisessa aiheutti vanha Audicon kuulutuslaitteisto, jossa ei ollut mahdollista käyttää kuin yhtä kuulutusaluetta. Kaikki koululla olleet kuulutukset oli asetettu toimimaan pakkokuulutuksella siten, että kaiuttimien äänenvoimakkuuden säätö on ohitettu ja kuulutukset kuuluvat voimakkuudensäädöstä riippumatta kaikkialla. Koulun normaalit kuulutukset haluttiin pois päiväkodilta, koska ne häiritsisivät esimerkiksi pienten lapsien päiväunia. Suunnittelun yhteydessä oli luultavasti ajateltu, että laitteistosta löytyisi useampi äänentoistolinja, jonka avulla koulu ja päiväkotitoimitukset voitaisiin asettaa eri kuulutusalueiksi. Kuulutuslaitteiston muuttaminen useammalle kuulutusalueelle olisi vaatinut komponenttien uusimista vanhaan laitteistoon tai uuden kuulutuslaitteiston hankkimista.

Järjestelmä saatiin kuitenkin toimimaan kohtuullisilla kustannuksilla hankkimalla uusi mikrofoni nykyisen pakkokuulutustoiminnolla varustetun mikrofonin rinnalle. Toinen mikrofoni toimii käyttäen normaalia äänenvoimakkuussäädöllä varustettua kuulu-

tustoimintoa ja toinen mikrofoneista ohjaa kaiuttimien pakkokuulutusreileitä, jolloin kuulutus kuuluu voimakkuudensäädöstä riippumatta kaikkialla. Tällä tavoin normaalit kuulutukset saatiin suljettua pois päiväkodin tiloista.

### 5.3 Rikosilmoitusjärjestelmä

Koulun- ja päiväkodin rikosilmoitinjärjestelmän keskuslaite sijaitsi vanhan koulun keskiosassa olevassa laitetilassa. Vanha keskuslaite oli tarkoituksena jättää pois käytöstä ja siirtää parakkikoulun nykyiset ilmaisimet päiväkodin rikosilmoitinjärjestelmään. Päiväkodin keskuslaitteeseen oli tarkoituksena lisätä myös gsm-sovitin, jotta laitteisto saadaan purettavalta koululta tulevan kiinteän puhelinliittymän sijasta toimimaan matkapuhelinverkossa. Koulun lankapuhelinliittymää ei ollut tarkoitus jättää toimintaan purkutyön jälkeen.

Parakkikoulun rikosilmoitinlaitteiden liittämistä varten tarvittiin välikaapeli, joten lämmönjakuhuoneen ja päiväkodin laitetilän väliseen kaapelikaivantoon vedettiin JAMAK-ARM 4x(2+1)x0,5. Tämä liitettäisiin lämmönjakuhuoneen ja parakkikoulun väliseen nykyiseen kaapeliin, joten kaapeloinnin osalta järjestelmä oli valmis.

Rikosilmoitinlaitteisiin liittyvistä muutostöistä otin yhteyttä paikalliseen Turva-Group Oy:n, joka on erikoistunut rikosilmoituslaitteistoihin. Heti laitetoiden alkuvaiheessa tuli ilmi, ettei parakkikoulun vanhaa resistiivisillä ilmaisimilla toimivaa järjestelmää voitu suoraan liittää päiväkodin uudempaa osoitteelliseen järjestelmään. Turva-Group Oy toimitti vanhoille resistiivisille ilmaisimille osoiteyksikön, jonka avulla liittäminen oli mahdollista. Parakkikoululle oli tässä yhteydessä lisättävä myös oma näppäilypaneeli, koska laitteiston käyttötoimenpiteet olisivat tulleet liian pitkään matkaan päiväkodin tiloihin. Koulun ollessa vielä toiminnassa eivät käyttötoimet vaatineet vielä erillistä käyttölaitetta.

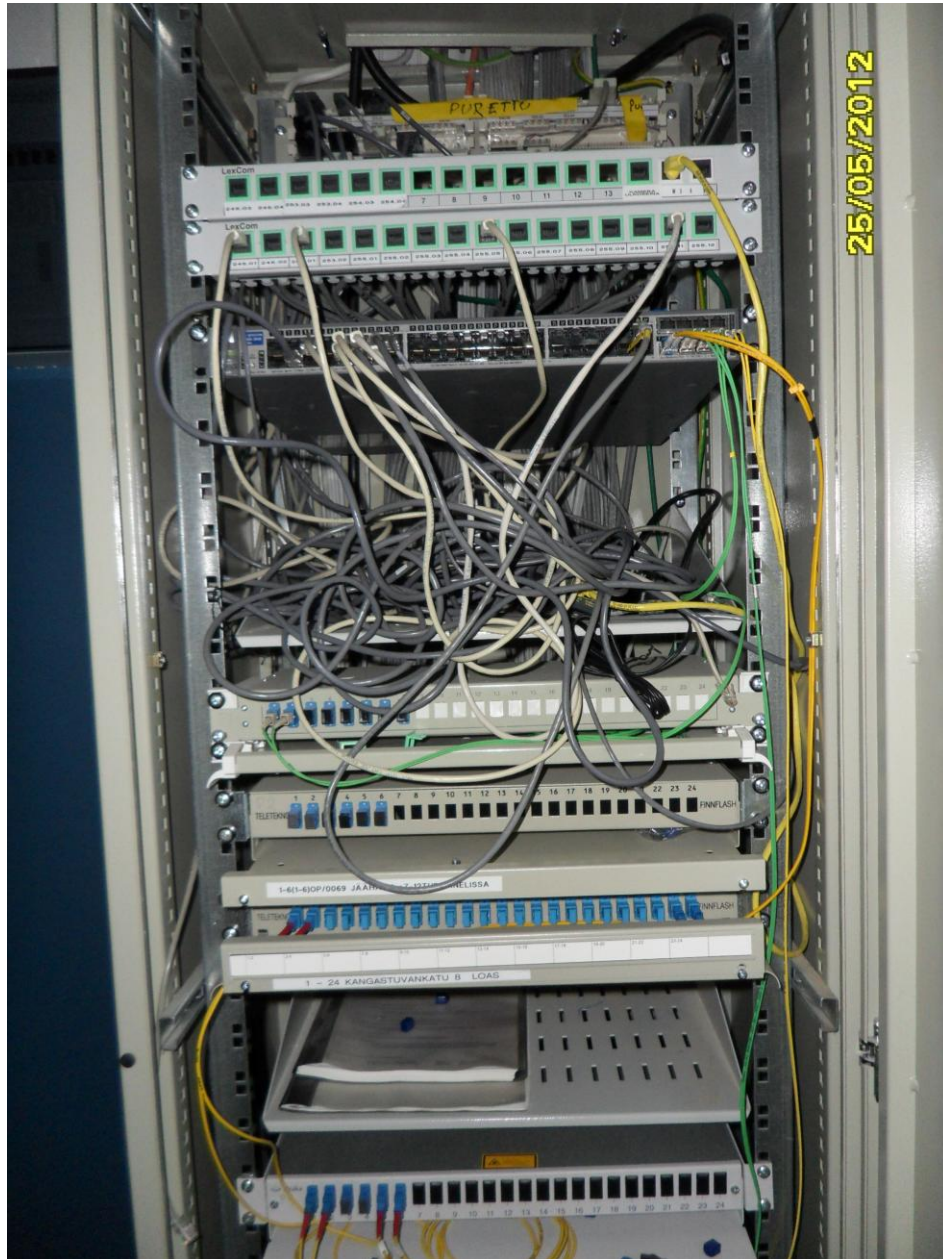
Myöhemmässä vaiheessa tulleen parakkiruokalan keittiölaajennuksen ja ilkivallan johdosta haluttiin rikosilmoitinjärjestelmä laajentaa kattamaan myös ruokalarakennus. Tässä vaiheessa eivät päiväkodin keskuslaitteen laajentamismahdollisuudet enään riittäneet, joten oli kehitettävä uusi ratkaisu ongelmaan. Asiasta käytiin ratkaisun saavuttamiseksi keskustelu kaupungin edustajan kanssa, jolloin asiaan saatiin yksimiel-

nen päätös. Järkevin ratkaisu rikosilmoitinlaitteiden kohdalla on irroittaa parakkikoulu päiväkodin rikosilmoitinjärjestelmästä ja tehdä parakkikoulusta sekä parakkiruokalasta oma itsenäinen gsm-toiminen rikosilmoitinjärjestelmä.

## **6 KOULUN VALOKUITUYHTEYDET**

Koulun atk-yhteyksiä hoitava atk-laitekaappi sijaitsi purettavan koulun näyttämötilan takaosassa, ja se oli tarkoituksena siirtää koulun lämmönjakuhuoneeseen purkutyön tieltä. Sähkösuunnitelman mukaan siirrettävään atk-laitekaappiin tuli kaupungin valokuituyhteys, joka palvelee väliaikaista parakkikoulua, vanhaa purettavaa koulurakennusta sekä päiväkotia. Koulun kevätlukukausi oli päättymässä ja laitekaapin yhteydet olisi mahdollista katkaista väliaikaisesti siirtotyön ajaksi.

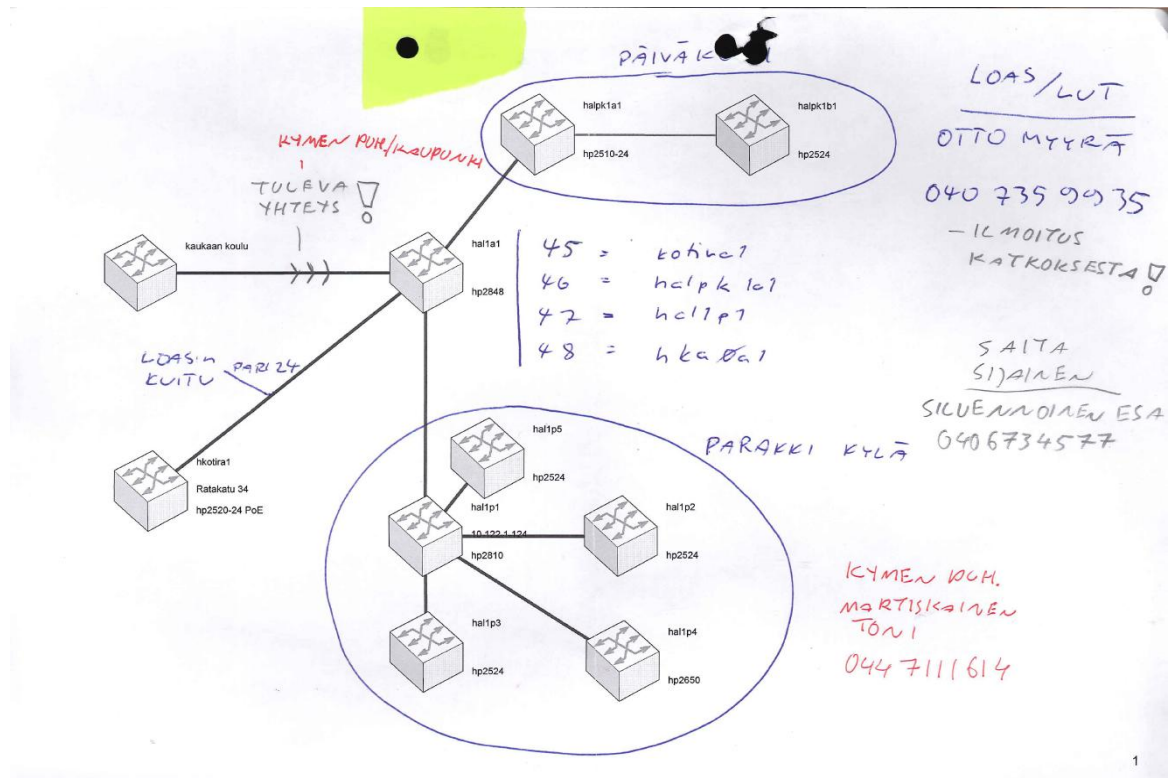




**KUVA 5. Siirrettävä atk-laitekaappi**

Laitekaapissa sisällä oli aktiivilaitteena kytkin sekä sekava läjä kaapeleita, ristiinkyt-kentäpaneeleita ja valokuitujen liitänpaneeleja. Laitekaapin tarkemman tutkimisen seurauksena selvisi kuitenkin, että laitekaapissa on myös valokuitukaapeleita, joita ei ole sähkösuunnitelmassa huomioitu. Kyseessäolevat valokuituyhteydet olivat kuitenkin liitettynä kytkentäpaneeleista välidikuiduilla kytkimeen, ja kytkimen valot indikoivat jatkuvasta tietoliikenteestä. Olin kyseisistä havainnoista yhteydessä kaupungin yhteyshenkilöön sekä sähkösuunnittelijaan, jotka eivät kuitenkaan osanneet vastata dokumentoimattomista valokuiduista heränneisiin kysymyksiin.

Tämän seurauksena olin yhteydessä kaupungin tietoverkkoyhteyksistä vastaavaan Saitaan (Suomen talous ja tieto Oy), jonka yhteyshenkilö toimitti minulle yhteyskartan, josta löytyi koulun atk-laitekaapin käytetyt tulevat sekä lähtevät yhteydet. Koululle oli siis rakennettu valokuitumaakaapelilla toimivia tietoverkkoyhteyksiä, joita ei ollut ikinä päivitetty koulun asemakaavaan tai sähköpiirrustuksiin.



**KUVA 6. Saitan toimittama Atk-laitekaapin yhteyskartta, jossa on lisäksi myöhemmissä vaiheissa lisättyjä muistiinpanoja.**

Yhteyskartasta selviää, että koululla oli lisäksi yhteyksiä ainakin Kaukaan koulun tuleva yhteys sekä Ratakadun lähtevä yhteys. Laitekaapissa olevista kytkentäpaneeleista löytyi tämän lisäksi vielä tekstit "Loas" sekä "Jäähalli", joten yhteyskartta ei vielä avannut kaikkia valokuituyhteyksiin liittyviä epäselvyyksiä. Tämän seurauksena otin yhteyttä Lappeenrannan alueella yhteyksiä tarjoaviin operaattoreihin (mm. Kymen puhelin), jotka ilmoittivat, että heillä ei ole aktiivisia yhteyksiä Alakylän koulun alueella. Viimeiseksi olin yhteyksissä vielä Loasin (Lappeenrannan opiskelija-asuntosäätiö) atk-yhteyksistä vastaavaan henkilöön, joka kertoi heidän lainaavan vapaa kuitupareja Lappeenrannan kaupungin valokuiduista läheisien opiskelijakerrostalojen atk-yhteyksille.

Tässä vaiheessa oli selvää, ettei kyseistä atk-laitekaappia ja sen yhteyksiä voida purkaa useita päiviä kestävästä siirtoa varten, koska yhteydet palvelevat useampaa kiinteistöä ja niiden henkilökunta tai asukkaat voi tarvita tietoverkkoyhteyksiä päivittäisissä toimissaan.

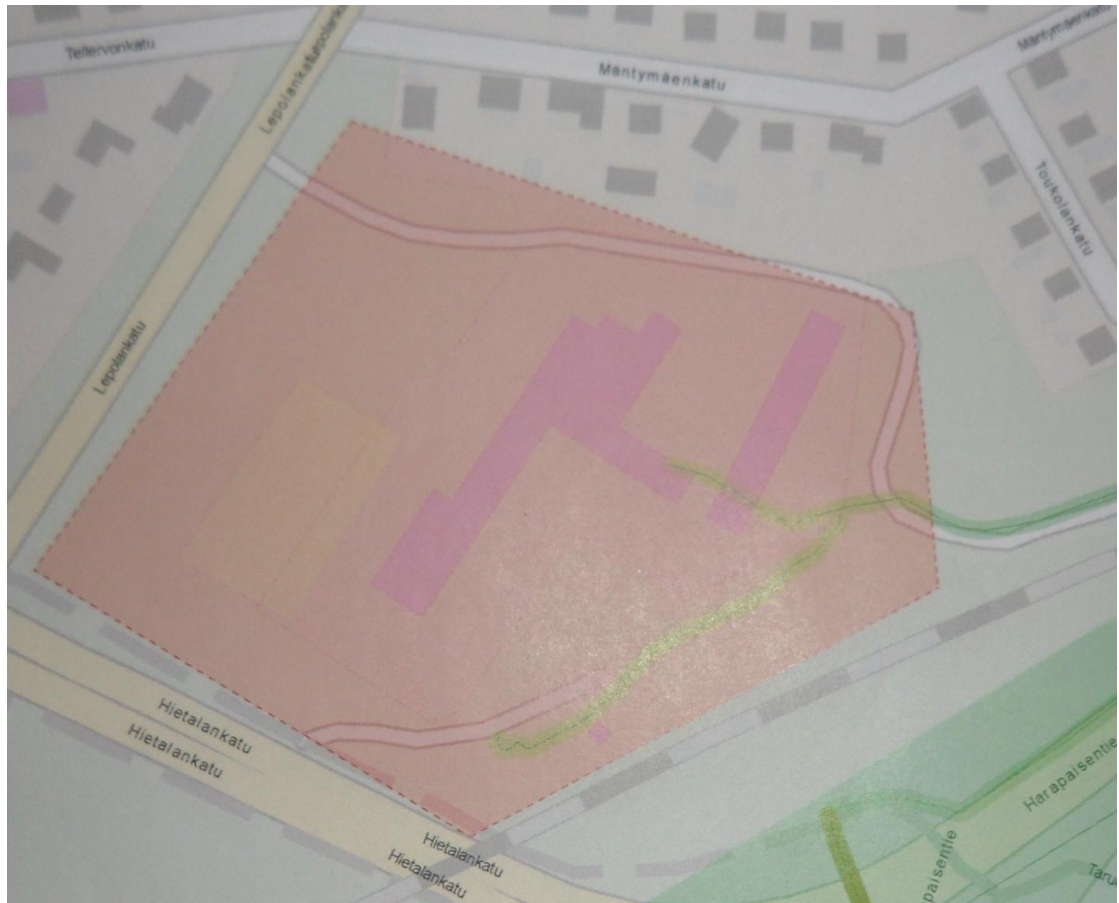
Syntyi kuitenkin idea, että paikalle tuodaan aikaisemmalta työmaalta jäänyt atk-laitekaappi ja se kalustetaan tarvittavilla komponenteilla valmiiksi lämmönjakohuoneeseen. Tämän jälkeen käännettäisiin valokuitukaapelit valmiiksi kalustettuun atk-laitekaappiin hitsaamista varten ja yhteyskatkoajat jäisivät mahdollisimman lyhyiksi. Jos työ tehtäisi vanhaa Atk-kaapin siirtämällä, kalustaminen ja sähköistäminen pidentäisi yhteyskatkoaikaa ainakin yhden työpäivän.

## **6.1 Kaapelireittien selvittäminen**

Kaikista koulualueen valokaapeleista tai niiden kulkureiteistä ei ollut käytettävissä dokumentointia, joten yhteyksien siirtämistä varten täytyi selvittää valokaapeleiden tarkat tyypit sekä kulkureitit. Kaapeleiden tyypit ja kulkureitit tuli selvittää lämmönjakohuoneen laitekaapille tehtävää uutta kaapelointisuunnitelmaa varten.

Purettavan koulurakennukset sisäpuolella kaapeleita oli melko helppo seurata sähköhylyillä ja sähkökouruissa, mutta kaapeleiden siirryttyä kulkemaan rakennuksen ulkopuolella maahan olimme kyvyttömiä seuraamaan niitä.

Maakaapeleiden paikantamista varten täytyi tilata kaapelinäytöt energiayhtiöltä sekä operaattoreilta, mutta heillä ei valitettavasti ollut tarkkaa tietoa kaapeleista tai niiden kulkureiteistä. Vain yksi maakaapeleista näkyi operaattorin kaapelikartassa, ja sekin hieman poikkesi kaapelin todellisesta sijainnista.



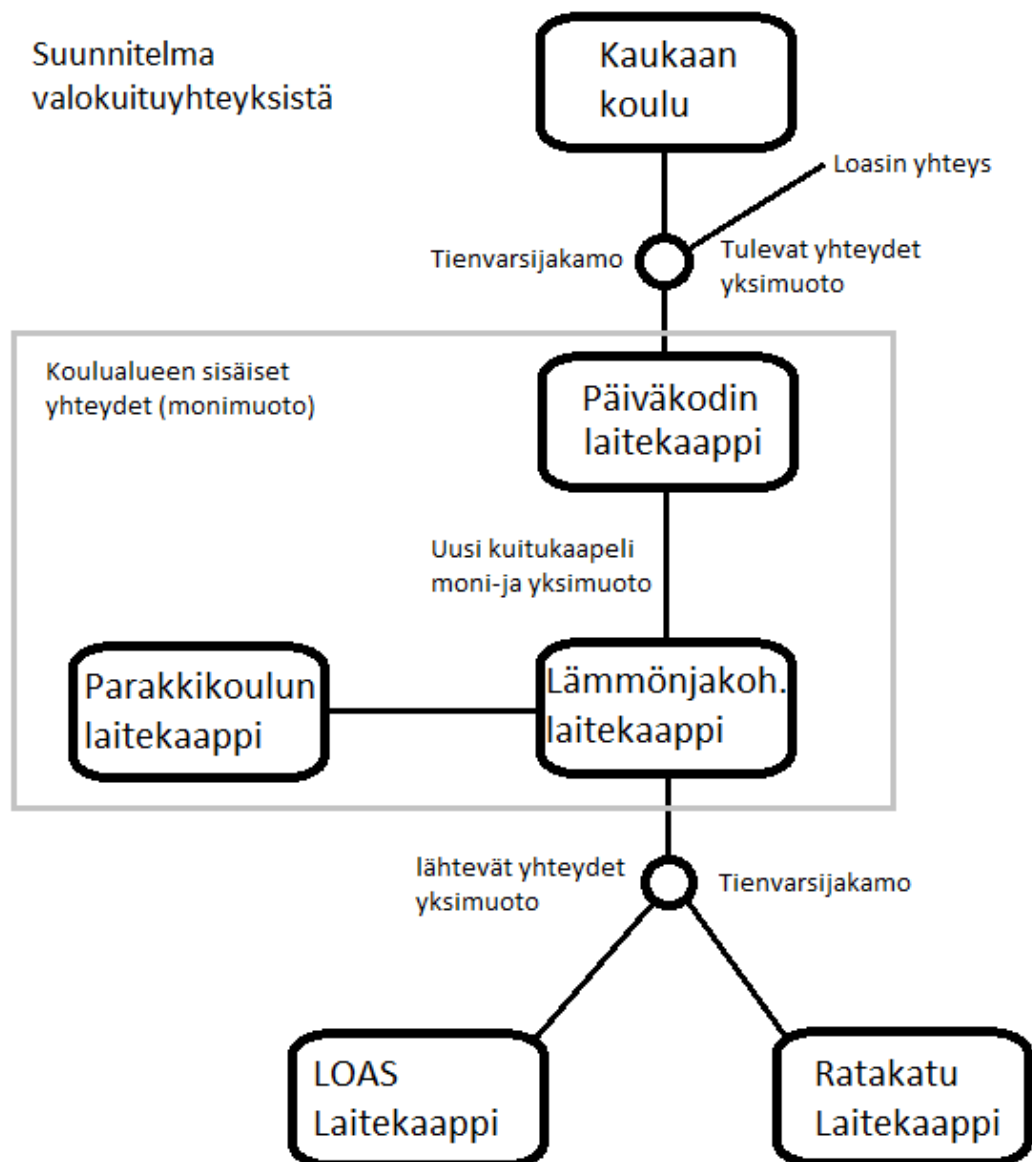
**KUVA 7. Kaapelikartta operaattorin valokuituyhteydestä koululle**

Onneksi yhdelle kaapelinäyttäjälle olivat koulun alueen yhteydet karkeasti tiedossa, ja hän pystyi suurin piirtein kertomaan kaapeleiden sijainnit koulun pihamaalla. Hän käytti apunaan myös lähialueella olevan tienvarsijakamon sijaintia, koska oli tiedossa, että Loasin ja Ratakadun yhteys haaraantuu läheisellä jakamolla. Kuitenkin ainoaksi vaihtoehdoksi selvittää kaapeleiden tarkat sijainnit maassa oli seurata niitä kaivamalla maarakennusurakoitsijan toimesta.

Kaapelireitit olivat kuitenkin onneksi sellaiset, että kaivamalla kaapelit riittävän pitkältä matkalta esille ne riittäisivät kääntymään tuleviin määränpäihinsä niin, ettei niitä tarvitsisi jatkaa hitsattavien liitoksien avulla. Valokuitukaapeleiden liittämistä maahan haluttiin välttää, koska se olisi huomattavasti laitekaappiin liittämistä hitaampaa ja maahan tehtävät liitokset ovat lisäksi riskialttiimpia.

## 6.2 Yhteyssiirtojen suunnittelu ja toteutus

Kun kaapelireitit ja tyypit oli saatu selvitettyä, oli mahdollista alkaa suunnitella valokuituyhteyksien siirtämistä lämmönjakohuoneen ja päiväkodin laitekaapeille. Valokuituyhteyksien siirtäminen tuli suorittaa niin, että siitä koituu mahdollisimman pientä haittaa tietoliikenneyhteyksien käyttäjille.



KUVA 8. Puhtaaksi piirretty suunnitelma valokuituyhteyksistä

**Valokuitukaapeleiden siirtämisen eri vaiheet:**

1. Aluksi täytyi toteuttaa yhteys maakaapelointina päiväkodin atk-laitekaapilta uudelle lämmönjakohuoneen laitekaapille. Sähkösuunnitelmissa oli suunniteltu yhteys edellä mainittujen laitekaappien välille, mutta se vaati muutoksia. Ratakadun ja Loasin valokuituyhteyksien jäätyä huomiotta oli välikaapeliksi valittu vain monimuotovalokaapeli, joka riittää palvelemaan vain koulualueen sisäisiä yhteyksiä. Välille täytyi saada myös yksimuotokuitupareja Ratakadun ja Loasin yhteyksiä varten.

Kyseiseen pulmaan osoittautui oivaksi ratkaisuksi Nestor Cables Oy:n valmistama yhdistelmävalokaapeli, joka sisältää sekä yksimuoto- ja monimuotokuitupareja. Kaapelityypiksi valittiin 2x6xOS2(SML) +3x4xOM1(GKL) -valokuitukaapelin, jossa on 2x6 yksimuotokuitua ja 3x4 monimuotokuitua (6+6-paria). Kaapelin maahan levittämisen jälkeen se liitettiin hitsaamalla kummankin laitekaapin kytkentäpaneeliin ja todettiin onnistunut hitsaustulos mittaamalla.

2. Tulevat Loasin ja Lappeenrannan kaupungin valokuituyhteydet käännettiin vanhalta atk-laitekaapilta päiväkodin laitekaappiin ja hitsattiin kytkentäpaneeliin. Kyseiset yhteydet liittyvät yhteen 6-kuitupariseen yksimuotovalokaapeliin tienvarsijakamolla ennen koulua, kuten kuvassa on esitetty. Valokaapelille valmisteltiin reitti päiväkodin laitekaapille siitä kohdasta, josta se nousee sisälle vanhaan koulurakennukseen. Koska valokaapeli kulki kymmeniä metrejä kaapelihyllyllä, joten riitti kääntymään päiväkodin laitekaapille ilman hitsattavia jatkoksia.
3. Lähtevä Loasin ja Ratakadun valokuitukaapeli täytyi kääntää vanhalta atk-laitekaapilta uuteen lämmönjakohuoneen laitekaappiin. Loasin ja Ratakadun yhteydet eroavat toisistaan tienvarsijakamolla, joten yhteyksille lähti koululta vain yksi 12-kuituparinen yksimuotovalokaapeli. Kyseinen valokuitukaapeli kaivettiin maarakennusurakoitsijan toimesta maanpinnalle kääntämistä varten ja uusi kaapelioja kaivettiin valmiiksi suunnitellusta kääntämiskohdasta läm-



mönjakohuoneen seinustalle. Seinustan aikaisemmista kaapeliläpiviennistä vapautettiin tilaa tulevalle valokuitukaapelille ja valmisteltiin tästä eteenpäin kaapelireitti uudelle lämmönjakohuoneen atk-laitekaapille.

4. Parakkikoulun atk-yhteyksiä ei tarvittu aktiivisesti kesän aikana, joten yhteyden kääntäminen voitiin jättää viimeiseksi. Parakkikoulun 6-parinen monimuotovalokaapeli kulki lämmönjakohuoneen seinustan kaapeliläpiviennistä ulos. Kaapeli katkaistiin lämmönjakohuoneen kaapelihyllyllä ja liitettiin hitsaamalla uuden atk-laitekaapilla kytkentäpaneeliin.
5. Viimeiseksi käännettiin ja liitettiin Jäähallille menevä 6-parinen yksimuotovalokuitukaapeli, joka jäi varayhteydeksi.

### 6.3 Valokuitujen mittaaminen

Jokaisen kaapelin kuitujen liittämisen jälkeen hitsaustyön onnistuminen todettiin vaimennusmittarilla kytkentäpaneeleista. Kuidut mitattiin kuitukaapeleiden vaimennusmittaukseen tarkoitettulla mittalaiteparilla, joka ilmoittaa vaimennukset desibeleinä. Mittalaitepariin kuuluu laservaloa lähettävä valonlähde sekä kuidun toiseen päähän asetettava mittalaite, joka antaa vaimennuksen määrän desibeleinä. Ennen mittauksen aloittamista mittalaitteiston osat kytketään suoraan toisiinsa referenssipisteen kalibrointia varten.

Mittauksissa käytetään aallonpituutena 850 ja 1300 nanometrin aallonpituuksia ja saadut vaimennuksen arvot kirjataan ylös. Suurin sallittu vaimennuksen arvo on 3 desibeliä, mutta pisimmän yhteyden ollessa vain reilun kilometrin mittainen tuli mittaustulosten jäädä huomattavasti alle suurimman sallitun vaimennuksen arvon. Mittauksia varten oli hankittava pääsy kaikkiin laitetiloihin, joihin koululta lähtevät ja tulevat yhteydet menivät. Mittaukset suoritettiin käymällä jokaisen kaapelin yksittäiset kuidut mittalaiteparilla läpi ja kirjaamalla tulokset pöytäkirjaan. Liitteessä X on esitettyä valokuitumittauksista toteutettu pöytäkirja.

## 6.4 Yhteenveto valokuitujen siirtotyöstä

Onnistuneen suunnitelman johdosta tärkeimmät valokuituyhteydet saatiin siirrettyä aiheuttamalla vain yhden päivän mittainen yhteyskatko. Kaapelit saatiin käännettyä vanhalta laitekaapilta päiväkodille ja lämmönjakohuoneeseen niin, ettei kaapelijatkosten takia jouduttu tekemään myöskään liitoksia. Työn hyvä valmistelu ja selvitystyö veivät useamman työpäivän aikaa, mutta lopputulos osoitti, että siitä oli hyötyä kaikkien kannalta.

## 7 KOULUN SÄHKÖPÄÄKESKUSTILA

Vanhan koulun purkamatta jääneessä kellaritilassa sijaitsee koko koulualuetta palveleva sähköpääkeskus. Pääkeskus on nimellisvirraltaan 630-ampeerinen, ja sen on valmistanut savonlinnalainen S-kojeisto Oy. Pääkeskuksen viereisellä seinällä sijaitsee koulun vanha 400-ampeerinen S-kojeiston valmistama pääkeskus, joka on jäänyt pieneksi päiväkodin rakentamisen yhteydessä. Vanha 400A pääkeskus toimii nykyisin uuden 630A pääkeskuksen syöttämänä nousukeskuksena. Kuvassa 9 on esitettyinä koulun sähköpääkeskustila.





**Kuva 9. Koulun sähköpääkeskustila**

Lista töistä, joita pääkeskustilaan oli suunniteltu tehtäväksi:

- kulun purettavien osien jännitteettömäksi saattaminen ja kaapeleiden purkaminen pois keskuksien lähdistä
- päiväkodin nousukaapelin siirtäminen pois koulun purettavasta osasta
- sähkösyötön tuominen lämmönjakohuoneeseen tulevalle atk-laitekaapille

Kaikki sellaiset pääkeskustilasta lähtevät syötöt, jotka syöttivät vanhan koulurakennuksen purettaviin osiin jääviä ryhmäkeskuksia, täytyi saattaa jännittettömiksi. Tämän jälkeen syöttökaapelit purettiin pää- ja nousukeskuksen lähdistä. Purkutyö vaati hie- man työpanosta, koska keskuksista ei löytynyt voimassaolevaa dokumentointia ja var- sinkin koulurakennuksen vanhimpien ryhmäkeskuksien merkinnät olivat sekavia tai puuttuivat kokonaan. Lämmönjakohuoneen uudelle Atk-laitekaapille tuotu syöttö saa- tiin myös hoidettua keskustöiden yhteydessä.

Päiväkodin nousukaapeli AXCMK 4x120+41 kulki kellarikerroksessa olevan puretta- van wc-tilan katonrajassa kaapelihyllyllä. Wc-tilan purkamisen yhteydessä pääkes- kuksen puoleisesta väliseinästä tuli uusi kellarikerroksen ulkoseinä. Tilan lattia piikat- tiin purku-urakoitsijan toimesta auki, ja siihen kaivettiin lämpö- ja sähkökaivanto,

jossa päiväkodin nousukaapeli ja muut uudet välikaapelit saatiin kulkemaan. Nousukaapeli kulki niin pahasti purettavan ulkoseinän ja väliseinän rakenteissa, että kaivantoon kannatti hankkia uusi nousukaapelipätkä, joka liitetään kaapeliojan sekä keskuksen päässä.

### **7.1 Pääkeskuksen vahingoittuminen**

Koulun 630A pääkeskukseen pääsi valumaan vesi, ja tästä seurannut läpilyönti vaurioitti keskuksen virtakiskostoa ja sisäistä kaapelointia pahoin. Vesi valui sähkökeskustilaan tyhjäksi jääneitä välipohjan sähköputkia pitkin, koska yläpuolella ollut rakennuksen kerros purettiin pois. Sään armoille jäänyttä betonista välipohjaa ei siis ollut suojattu riittävän hyvin purku-urakoitsijan toimesta sateista kesää vastaan.

Pääkeskusta syötti energianyhtiön muuntajalta kaksi rinnan kytkettyä AMCMK 4x180s voimakaapelia. Pääkeskuksen päässä kumpikin syöttökaapeli oli suojattu 250 ampeerin kahvasulakkeilla. Vain yhden vaiheen noususulakkeet olivat jääneet palamatta läpilyönnin yhteydessä. Vikapaikan löydyttyä Lappeenrannan energiaa pyydettiin katkaisemaan koulun yhteys jakeluverkkoon.



**KUVA 10. Läpilyönnin vahingoittama koulualueen 630A pääkeskus virtakiskosto**

Kuva X on otettu pääkeskuksen virtakiskostosta jännitteettömäksi saattamisen jälkeen. Läpilyönti on tapahtunut kuvan vasemmassa reunassa keskusmoduulien yhdyskohdassa olevassa kiskostontuennassa. Virtakiskosto on kahden keskusmoduulin levyinen, ja vahinkoja on tapahtunut myös vasemmanpuoleisissa moduulissa.

Koulun oppilaiden ja opettajien ollessa kesälomalla ei sähköjen puuttumisesta ollut haittaa väliaikaiselle parakkikoululle, mutta vuoropäiväkodin keittiöön ja muille päivittäisille toiminnoille oli saatava sähkönsyöttö mahdollisimman nopeasti. Oli siis keksittävä ratkaisu, jolla vuoropäiväkotia saataisiin sähköistettyä, koska pääkeskuksen kohtalosta ei ollut vielä varmuutta.

## 7.2 Päiväkodin väliaikainen sähköistäminen

Pääkeskuksen vaurioituttua pahoin oli päiväkodille ja muille välttämättömille toimintoille toteutettava sähkösyöttö. Onneksi sähköpääkeskustilan 400-ampeerin nousukeskus ei ollut päässyt vahingoittumaan tai kastumaan veden vaikutuksesta. Nousukeskusta oli siis mahdollista hyödyntää väliaikaisesti pääkeskuksena, ja vanhan koulun syöttökaapeleiden purkaminen oli vapauttanut keskuksen lähtöjä.

Päiväkodin nousukaapeli sekä energianlaitoksen syöttökaapeli päätettiin kääntää nousukeskukseen. Päiväkodin lisäksi sähkönsyöttö oli toteutettava lämmönjakohuoneen atk-laitekaapille, koska lähtevä Ratakadun valokuituyhteys hyödynsi laitekaapin aktiivilaitteita. Lämmönjakohuoneen kaukolämpölaitteisto vaati myös sähköä energianmitausta sekä kiertopumppuja varten.

## 7.3 630A pääkeskuksen korjaustyö

Kun väliaikaiset sähkösyötöt oli saatu toteutettua, oli mahdollista tutustua tarkemmin vahingoittuneeseen pääkeskukseen. Läpilyönnistä syntyneen valokaaren virta on ollut useita kiloampeereja ja vahingot olivat sen mukaiset. Virtakiskosto oli sulanut oikosulkeituneiden alumiinikiskoja kohdalta pahoin ja valokaaren läheiset johtimet hiiltyneet pinnasta. Tämän lisäksi läheiset muoviset kosketussuojalevyt olivat sulaneet ja nokipöly oli sotkenut keskuksen sisältä.



**KUVA 11. Valokaaren sulattama kiskosto ja kuumuuden hiillyttämät johtimet**

Pääkeskuksen vauriot näyttivät aluksi todella pahoilta, mutta sen korjaaminen todettiin kuitenkin järkeväksi vaihtoehdoksi. Otin yhteyttä keskuksen valmistaneeseen S-kojeistoon, joka voisi mahdollisesti korjata keskuksen tai toimittaa tarvikkeet sen korjaamiseen. Keskus oli vain muutaman vuoden ikäinen, ja osa sen dokumenteista löytyi vielä valmistajan järjestelmästä valmistenumeron perusteella.

Kesän kiireiden keskellä valmistajan ei kuitenkaan ollut mahdollista korjata keskusta kohtuullisessa ajassa, joten päätimme korjata sen itse. Keskusvalmistaja toimitti meille postitse uudet virtakiskot tarvikkeineen sekä muoviset eriste- ja kosketussuojalevyt vahingoittuneiden tilalle dokumenttien pohjalta.

Ennen uuden virtakiskoston vaihtamista täytyi kaikki johtimet merkitä huolellisesti. Kun johtimet oli merkitty, ne täytyi irroittaa kiskoliittimistä ja puhdistaa nokipölystä.

Nokipöly täytyi puhdistaa huolellisesti, koska se johtaa sähköä ja voi pahimmillaan aiheuttaa uuden läpilyönnin. Nokipölyn puhdistamiseen käytettiin haihtuvaa liuotinaa sekä nukkaamattomia puhdistusliinoja.

Puhdistamisen jälkeen tarkastettiin kaikki johtimet, joita valokaari on mahdollisesti vahingoittanut ja korvattiin vahingoittuneet johtimet uudilla. Vähänkin epäilyttävät johtimet täytyi myös vaihtaa, koska ne voivat lämmön aiheuttaman hiiltymisen seurauksena johtaa sähköä. Kun keskuksen johtimet oli uusittu ja puhdistustyö suoritettu riittävällä huolellisuudella, oli aika asentaa uusi virtakiskosto paikoilleen. Kaikki sisäiset johdot kiristettiin tämän jälkeen kiskoliittimillä valmistajan ilmoittamaan 40 Nm momenttiin. Kiskoston asentamisen yhteydessä uusittiin kaikki vahingoittuneet muoviset eriste- ja kosketussuojalevyt.

#### 7.4 Pääkeskuksen mittaaminen

Pääkeskuksen virtakiskoston uusimisen ja muun korjaustyön jälkeen oli eristysresistanssin tasot todettava mittaamalla. Mittaamista varten kaikista keskuksen lähdöistä oli poistettava varokkeet. Myös kaikki sellaiset keskuksen sisäiset kytkennät, jotka saattoivat estää tai vääristää mittausta, täytyi purkaa. Mittaamiseen käytettiin nykyisen standardin mukaista 500V testijännitettä, jolloin eristysresistanssin arvon täytyi olla eri johtimien välillä suurempi kuin  $1\text{M}\Omega$ .

#### TAULUKKO 1. Eristysresistanssimittauksista saatuja tuloksia

Mitattava väli:	Mittaustulos ( $\text{M}\Omega$ ):
L1 – L2 – L3 (pienen saatu arvo)	43
L1-3 - N	30
L1-3 – PE-N	29,7

Pääkeskuksen saadut mittaustulokset osoittivat, että korjaustyö oli suoritettu onnistuneesti ja keskus voidaan ottaa taas turvallisesti käyttöön. Lappeenrannan energia kävi katkaisemassa yhteyden jakeluverkkoon, jonka jälkeen väliaikaiset kytkennät palautettiin ennalleen. Päiväkodin nousukaapeli jätettiin kuitenkin nousukeskukseen, koska sen sijoittuminen keskuksiin oli yhdentekevää. Kytkentöjen palauttamisen jälkeen energiayhtiö kävi kytkemässä pääkeskuksen takaisin sähkönjakeluverkkoon.



## **8 SÄHKÖJÄRJESTELMÄN MITTAUKSET JA TARKASTUKSET**

Uusille sähköasennuksille sekä pääkeskuksen korjaustyölle täytyi suorittaa käyttöönotto- ja varmennustarkastukset. Seuraavissa kappaleissa on hieman tarkennettu, kuinka koulualueen tarkastuksen on suoritettu.

### **8.1 Käyttöönottotarkastukset**

Kaikille uusille sähköasennuksille tehtiin lain edellyttämät käyttöönottotarkastukset ennen niiden käyttöönottamista. Käyttöönottotarkastuksen yhteydessä varmistuttiin, että sähköjärjestelmän kaikki osat ovat sähköturvallisuuden kannalta oikein asennettuja. Käyttöönottotarkastuksen suorittamisesta on laadittua asentajille ohjeet, jossa kerrotaan vaiheittain, kuinka eri käyttöönottotarkastuksen mittaukset täytyy suorittaa. Käyttöönottotarkastuksien yhteydessä asentaja laati saaduista mittaustuloksista mittauspöytäkirjat, jotka puhtaaksikirjoitettiin tietokoneella.

Liitteessä 2 on esitetty veden vahingoittaman pääkeskuksen korjaustyön jälkeen laadittu käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa toiselle sivulle on kerrottu tarkemmin, minkälaisia toimenpiteitä keskukseen on suoritettu.

### **8.2 Varmennustarkastukset**

Pääkeskuksen ja parakkikeittiön uuden ryhmäkeskuksen ollessa luokan 1 sähkölaitteistoja täytyi näille suorittaa lain vaatima varmennustarkastus. Ennen varmennustarkastusta oli suoritettava kaikki käyttöönottotarkastukset, joiden pöytäkirjojen tarkastaminen kuuluu myös varmennustarkastuksen piiriin. Tarkastuksen suorittamista varten otin yhteyttä paikalliseen valtuutettuun tarkastajaan.

Tarkastuksen suorittamisen yhteydessä käytiin kaikki koulualueella tulleet sähköasennukset lävitse. Varmennustarkastuksen yhteydessä käydään sähköasennukset silmä määräisesti sekä asennustesterillä tehtävillä pistokokeilla läpi, jotta laitteiston sähkö-

turvallisuudesta varmistutaan. Varmennustarkastaja kirjaa myös ylös kaikki viat ja puutteet, jotka vaativat korjaustoimenpiteitä. Varmennustarkastuksen suorittamisen jälkeen tarkastaja tarkastaa mittauspöytäkirjat ja liittää ne osaksi hyväksyttyä varmennustarkastuspöytäkirjaa, kun sähkölaitteisto todetaan turvalliseksi käyttää.

Varmennustarkastuspöytäkirjaan lisättiin varmennustarkastuksen yhteydessä seuraava merkintä. Koulun kellaritilassa sijaitsevan sähköpääkeskuksen yläpuolinen välipohjarakenne on suojattava sähkölaitteen haltijan toimesta niin, ettei se enää jatkossa voi aiheuttaa pääkeskuksen kastumista ja tätä kautta pääkeskuksen vahingoittumista tai muuta vaaraa henkilöille tai omaisuudelle. Tätä lukuun ottamatta koulun sähköasennukset täyttivät varmennustarkastuksen edellyttämät kohdat.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vanhojen muutos- tai saneeraustyön kohteena olevien sähköjärjestelmien työt voivat olla todella haasteellisia toteuttaa. Alakylän koulun sähköjärjestelmän muutostyö vaati huomattavasti suuremman määrän työpanosta ja materiaalia, kuin mihin alun perin oli varauduttu. Tässä ja monissa muissakin kohteissa suurimpana syynä asiaan voidaan pitää dokumentoinnin puutteellisuutta, josta on erityistä haittaa muutostöiden suunnittelulle. Parhailleen päiviä kestävien selvitystöiden jälkeen toteuttamiseen tarvittava työmäärä voi kasvaa huomattavasti, jolloin tilaajalle aiheutuvia kustannuksiakin on lähes mahdoton ennustaa kovin tarkasti.

Alakylän koulun sähköjärjestelmän muutostyöt olivat minulle kesän aikana todella opettavainen kokemus. Pääsin käyttämään ja laajentamaan oppilaitoksessa ja töissä aikaisemmin oppimiani tietoja ja tutustuin myös minulle täysin uusiin järjestelmiin, joista yhtenä hyvänä esimerkkinä voidaan pitää optisia tietoliikenneyhteyksiä. Myös sähköasentajien aikaisempi kokemus ja ammattitaito olivat suureksi avuksi muutostöiden aikana.



## LÄHTEET

Lappeenrannan kaupungin kotisivut 2012. Koulun esittely. WWW-dokumentti.

[http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Koulutus\\_ja\\_opiskelu/Perusopetus/Koulut/Alakylan\\_koulu/Esittely.iw3](http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Koulutus_ja_opiskelu/Perusopetus/Koulut/Alakylan_koulu/Esittely.iw3). Päivitetty 7.2.2013. Luettu 8.2.2013.

Suomen standardisoimisliitto, 2007. SFS-käsikirja 600. Helsinki: SFS.


Ogletree, Terry 2001. Inside verkot. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Granlund, Kaj 2007. Tietoliikenne. Porvoo: WS Bookwell.

Sähkönumeroiden tuotetietopalvelu. Tuotetiedot. WWW-dokumentti.

<http://www.sahkonumerot.fi/0244404/>. Päivitetty 11.01.2013. Luettu 15.01.2013.

Ratakadun valokuituyhteyden mittauspöytäkirja



		VALOKAAPELEIDEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA			
Kohde: Alakylän Koulu		Osoite: Lepolankatu 1		Projektin numero: L-00914-30	
Kytkenumero	Päivämäärä	Vaimennus (dB)		Kaapelityyppi	Huom.
		1310 nm	1550 nm		
1	12.6.2012	0,36	0,27	FYODD2PMU 4x6xSML	Kuidut 1 - 22 mitattu välillä Kangastuvankatu 4 - Alakylän koulu
2	-	0,11	0,11	-	
3	-	0,47	0,41	-	
4	-	0,14	0,10	-	
5	-	0,27	0,21	-	
6	-	0,10	0,09	-	
7	-	0,11	0,14	-	
8	-	0,51	0,38	-	
9	-	0,35	0,29	-	
10	-	0,32	0,27	-	
11	-	0,44	0,35	-	
12	-	0,60	0,45	-	
13	-	0,22	0,18	-	
14	-	0,20	0,16	-	
15	-	0,04	0,06	-	
16	-	0,23	0,17	-	
17	-	0,59	0,45	-	
18	-	0,07	0,11	-	
19	-	0,40	0,33	-	
20	-	0,19	0,16	-	
21	-	0,36	0,29	-	
22	-	0,80	0,62	-	
23	-	0,62	0,50	-	Kuidut 23 - 24 mitattu välillä Ratakatu 24 - Alakylän koulu
24	-	0,44	0,32	-	

Mittaukset kohteessa suoritettu loppuun ( Kyllä / Ei )

Käytetyt mittalaitteet: Noyes OPM5-2D

Mittauksen suorittaja: *Kari Järveläinen* Pvm: 14.6.2012

## Korjatun 630A pääkeskuksen mittauspöytäkirja

		<b>KESKUSKOHTAISET KÄYTTÖÖNOTTO-TARKASTUKSET JA MITTAUKSET</b> <b>KESKUS:</b>	
<b>1. TYÖKOHDTE</b> Asiakas Lappeenranta Kaupunki, Alakylän koulu		Projekti nro L-00914-30	
Osioite Lepolankatu 1, 53100 Lappeenranta		Puhelin	
<b>2. MITTAUKSET JA TARKASTUKSET</b>		Huonoin arvo _____ $\Omega$ Ryhmä nro: _____	
a. Suoja, maadoitus ja potentiaalintasausjohtimien jatkuvuus <input type="checkbox"/> Jatkuvuus todettu mittaamalla <input checked="" type="checkbox"/> Ja lisäksi tarkastettu silmämääräisesti kytkentätulos			
b. Eristysresistanssi - Tarvittaessa - Tarvittaessa Pienoisjännitepiiri SELV		PE-N, L1, L2, L3 N-L1, L2, L3 L1, L2, L3 M $\Omega$ 29,7 M $\Omega$ 30 M $\Omega$ 43 M $\Omega$	
Erikseen mitattavat ryhmäjohtot Ryhmä n:o _____ Eristysresistanssi _____		<input type="checkbox"/> Liite Ryhmä n:o _____ Eristysresistanssi _____	
Ei erikseen mitattavia ryhmäjohtoja			
c. Syötön automaattisen poiskytkennän toteutuminen <input type="checkbox"/> Todettu mittaamalla <input checked="" type="checkbox"/> Todettu suunnitelmista			
Pienin oikosulkuvirta erikseen mitatuista ryhmistä Ryhmä n:o _____ I <sub>k</sub> min/A _____		<input type="checkbox"/> Liite Ryhmä n:o _____ I <sub>k</sub> min/A _____	
Ik = 8,69 kA, Z= 0,03 Ohmia, U= 232V			
d. Vikavirtasuojakytkimen toimintavirrät Tunniste _____ Nimellisarvot I <sub>n</sub> / I <sub>Δn</sub> _____ Laukaisuaika/s _____		<input type="checkbox"/> Liite Tunniste _____ Nimellisarvot I <sub>n</sub> / I <sub>Δn</sub> _____ Laukaisuaika/s _____	
Ei mitattavia vikavirtasuojia			
e. Kiertosuunnat todettu oikeaksi <input checked="" type="checkbox"/>			
<b>3. SILMÄMÄÄRÄISET TARKASTUKSET</b> <input checked="" type="checkbox"/> kunnossa <input type="checkbox"/> huomautettavaa <input type="checkbox"/> ei kuulu tarkastukseen			
<input checked="" type="checkbox"/> Keskuksen arvokilpi <input checked="" type="checkbox"/> Kotelointiluokka: IP 20 <input type="checkbox"/> Keskusvalmistajan koestuspöytäkirja ja dokumentit <input type="checkbox"/> Varustuksen teknisen erittelyn mukaisuus <input type="checkbox"/> Kiinnitys ja hoitotila <input type="checkbox"/> Rajaukset <input checked="" type="checkbox"/> Kytkennät/Liittimet <input checked="" type="checkbox"/> Maadoitukset <input checked="" type="checkbox"/> Kosketussuojaus (sisäinen) <input checked="" type="checkbox"/> Kosketussuojaus asennustilaan nähden <input type="checkbox"/> Maadoitusmerkinnät		<input checked="" type="checkbox"/> Koje- ja johdinmerkinnät <input type="checkbox"/> Läpivientien tiivistys <input checked="" type="checkbox"/> Ohjeet ja varoituskilvet <input type="checkbox"/> Työmaadoitusvälineet <input checked="" type="checkbox"/> Vaihejärjestys <input type="checkbox"/> Tilapäiskytkennät <input type="checkbox"/> Ovien lukitus <input checked="" type="checkbox"/> Nimilaput <input type="checkbox"/> Piirustussalkku <input type="checkbox"/> Piirustukset	
<b>4. KÄYTETYT MITTALAITTEET</b> Nimi _____ Järjestysnumero _____ Testboy TV 450			
<b>5. TARKASTUKSEN TEKIJÄ/TEKIJÄT</b> Nimi _____ Liitteitä kpl 0			
Aika ja paikka Jouni Kosonen 14. 8. 2002		Allekirjoitus 	



2(2)